



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **63269635 A**(43) Date of publication of application: **07.11.88**

(51) Int. Cl.

**H04B 11/00**(21) Application number: **62105806**(71) Applicant: **KOONAN ENG KK**(22) Date of filing: **27.04.87**(72) Inventor: **UENO JUNICHI  
SUZUKI KENICHI**(54) **UNDERWATER COMMUNICATION SYSTEM**

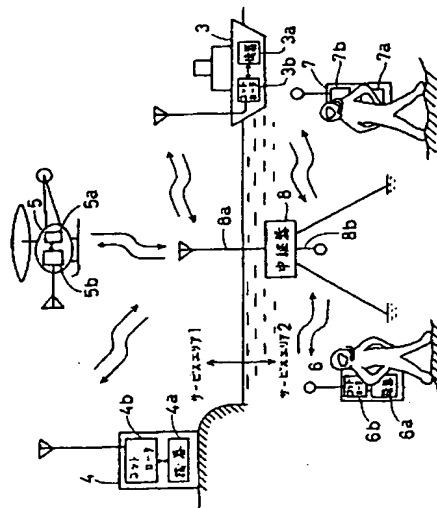
speaker or a display device.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To attain underwater transmission/reception simply and accurately by adopting communication under water through an ultrasonic wave transmission medium, receiving a coded signal corresponding to a message at a message destination station to apply signal processing and demodulating the signal as voice or significant character information according to the correspondence processing.

**CONSTITUTION:** A data signal corresponding to a message is sent from a ship installation 3, a prescribed signal is added to the data signal by a controller 3b and the resulting signal is sent to a repeater 8 as a radio signal. The repeater receives a radio wave signal and sends it to a controller 6b via an underwater ultrasonic wave transducer 8b. Then the reception of the data is informed to a diver 6 through vibration delivery such as skin stimulation or bone conduction in the incoming function of the controller 6b. Then the data signal is received as voice by a voice synthesizer or significant character information by a character converter corresponding to the message by means of a



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-269635

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月7日

H 04 B 11/00

7251-5K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 水中通信システム

⑰ 特 願 昭62-105806

⑱ 出 願 昭62(1987)4月27日

⑲ 発 明 者 上 野 純 一 兵庫県伊丹市北河原字政キ193の7 コーナソエンジニアリング株式会社内

⑲ 発 明 者 鈴 木 賢 一 兵庫県伊丹市北河原字政キ193の7 コーナソエンジニアリング株式会社内

⑳ 出 願 人 コーナソエンジニアリング株式会社 兵庫県伊丹市北河原字政キ193の7

㉑ 代 理 人 弁理士 吉田 茂明 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

水中通信システム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 水中の潜水者を含んだ複数局間の通信システムであって、水中においては超音波伝送路を介した通信が行われ、いずれかの局の通信装置から送信される予めメッセージ対応が付けられコード化された信号を、メッセージ宛先局にて受けて信号処理を施し、前記対応づけに従った音声又は有意文字情報として復調することにより通信を行うことを特徴とする水中通信システム。

(2) 前記送信される信号を反復中継を行う中継装置を備え、前記中継装置はデータの誤り自己訂正機能を有する特許請求の範囲第1項記載の水中通信システム。

(3) 前記中継装置は水面下に超音波伝送路用の超音波トランスデューサを有し、かつ空中には無線伝送路用のアンテナを有して、水中および空中の局間と通信を可能にする特許請求の範囲第2

項記載の水中通信システム。

(4) 前記超音波トランスデューサは水面下にマルチパスノイズが生じなくなる深さに設置した特許請求の範囲第3項記載の水中通信システム。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は水中における複数の潜水者間、及び潜水者と水上間の通信システムに関する。

(従来の技術とその問題点)

従来、超音波を使用する水中通信の原理は周知であり、通信能力を高めるため、球面上輻射器を備えた通信装置(特開昭50-92604号公報)などの改良もなされているが、それらは全て音声をそのまま送受信する形式となっている。しかしながら、送信時において、潜水者が音声を発するのは、酸素供給量に限られていることや大きな水压を受けていることなどから、地上と比較してかなり困難で体力の要する作業である。

しかも、呼吸によるノイズ、スキューバユニットの空気要求バルブから空気が出るときのノイズ

が、音声信号よりも大きな振幅になることなど音声が正しく送信されにくい環境下であり、受信時においてもマルチパスノイズが生じる可能性が高い。ここでマルチパスノイズについて簡単に説明すれば、例えば第5図に示すように水中において通信を行う場合、送信側から受信側への伝送経路として直接的な伝送経路 $S_1$ の他に波面 $W$ との反射による伝送経路 $S_2 \sim S_4$ が生じる。このように複数の伝送経路(マルチパス)が生じることにより伝送障害を来し通信が困難になってしまうことがマルチパスノイズである。

このように、上記した種々の理由により、人間同士のコミュニケーションとしては、かなりレベルの低いものになってしまい、正確な情報伝達の手段としては限界があるという問題点があった。

#### (発明の目的)

そこでこの発明の目的は、水中の潜水者を含んだ複数局間の通信において、送受信が簡単かつ正確に行うことのできる水中通信システムを提供することである。

### - 3 -

ボードなどの入力装置、プリンタ、ディスプレイ、スピーカーなどの出力装置又は、メモリ装置などであり、必要に応じ計測装置等であってもよい。サービスエリア2における潜水者6、7の機器6a、7aはキーボードなどの入力装置、ディスプレイ、スピーカーなどの出力装置又は計測装置である。第1図に示された機器の数や配置は一例であって、それらは実際の必要に応じて適当数ずつ設けられ適宜配置される。

潜水者6、7のコントローラ6b、7bは相手方からの信号を受信したとき、それを本人に明確に知らせるため皮膚にあるいは骨伝導など刺激を与えるなどの着呼機能を有するものである。

機器3a~7aにはそれぞれコントローラ3b~7bが図示しない接続ケーブルにより接続されている。各局間のデータ伝送は無線(伝送路は空中では電波であり、水中では超音波)により行なわれる。各コントローラ3b~7bはデータ通信交換機能を有しており、任意の局間の無線伝送路の確立はコントローラ3b~7bの動きにより行

#### (目的を達成するための手段)

上記目的を達成するため、この発明による水中通信システムは、水中の潜水者を含んだ複数局間通信において、水中においては超音波伝送路を利用し、いずれかの局の通信装置から送信される予めメッセージ対応が付けられコード化された信号を、メッセージ宛先局にて受けて信号処理を施し、前記対応づけに従った音声又は有意文字情報として復調することにより通信を行うようにしている。

#### (実施例)

第1図は、この発明による水中通信システムの一実施例の全体像を示す概略構成図である。同図において、システムのサービスエリア1、2が示されている。各サービスエリア1、2はそれぞれ、空中及び水中に相当する。サービスエリア1は電波により伝送路を確保し、サービスエリア2は超音波により伝送路を確保する。

サービスエリア1、2には、局(設備あるいは潜水者)3~7が想定される。サービスエリア1における局3~5の機器3a~5aは例えばキー

### - 4 -

なわれる。中継器8はサービスエリア1用として電波用アンテナ8aを、サービスエリア2用として超音波発射用及び受信用のトランスデューサ8bを有する。実験によればマルチパスノイズはある特定の深さ付近で生ずることが知られており、トランスデューサ8bはその深さ付近を避け、マルチパスノイズが生じにくい深さに設置する。中継器8は電波送受信機及び超音波送受信機として動く。これらの送受信機はデータの誤り自己訂正機能等のデータ処理機能を有している。

今、船舶設備3から潜水者6の機器6aへ信号伝送する場合を考える。船舶設備3から、メッセージ対応が付けられたデータ信号が送られる。メッセージ対応が付けられたデータ信号とは、例えばデータ信号が2バイト信号であった場合、次のようなメッセージ対応が考えられる。

01...「浮上せよ」

02...「下降せよ」

03...「そのまま静かに」

04...「空気は足りているか」

## 05 「異常は無いかな」

上記したように潜水者に語りかけるメッセージに対応した信号が、メッセージ対応が付けられたデータ信号である。

このデータ信号は、コントローラ3bにおいて同期信号、アドレス信号、エラーチェックを行う検査ビットなどの所定の信号が付加され、無線信号として中継器8に送出される。なおサービスエリア1においては、音声信号によるメッセージ伝送を行なうこともできる。

中継器8は無線電波信号を受信して、伝送路において生じたデータ誤りを検査ビットを調べることにより自己訂正する。誤りが訂正されたデータ信号は水中用超音波トランスデューサ8bを介してコントローラ6bに送出される。コントローラ6bは無線信号を受けて無線超音波伝送路において生じたデータ誤りを再び自己訂正する。さらに、コントローラ6bの着呼機能における皮膚刺激骨伝導による振動伝達等によりデータを受信したことを潜水者6に知らせる。そして、誤り訂正され

- 7 -

信号による伝送手段の代用として、例えば「浮上せよ」「下降せよ」などのメッセージをワンタッチのキー操作で、コード化されたデータ信号として送れるような腕、ひじ等に備えつけられ着脱可能なキーボードなどが考えらる。前記キーボードで送信を行えば、手信号による送信に比べ絶えず潜水者同志が互いに監視しあう必要は無く、互いが確認できない状況の場合でもキーボード上の1つのキーを押すことにより簡単にメッセージが送れる。

また、前述したメッセージを組み合わせることで、さらに複雑なメッセージも伝送可能となる。中継及び受信時は、上述した船舶設備3から潜水者6への通信と同様に行えるが、受信時において潜水者に与えるディスプレイによる情報として次のようなものが考えられる。例えば潜水者個々の水深度（水圧計等で測定）、潜水者同志の相対的位置関係（加速度センサー等で測定した値を2回積分することで算出する）などをディスプレイ表示させることにより、各潜水者の位置情報を絶え

- 9 -

たデータ信号は、前述したメッセージ対応に従い、音声合成装置により音声として、あるいは文字変換装置により有義文字情報として、各タスビカ、ディスプレイ等で受信する。尚ディスプレイはひじ、手首等に取り付けたもの、あるいは水中メガネのガラス表面に特殊細工を施すことにより表示されるものなどが考えられる。

又、局3～5の送信手段として音声信号を用いる場合もあるが、この場合、上述したメッセージ対応のコード化を行わず、音声信号がそのまま送られ、さらに音声信号自体は、データ誤りの自己訂正は全く行なわれずに伝送されるので、空中の電波のノイズ、波が海岸線に打ち寄せるノイズ等を考えるとコード化されたデータ信号を送信する方が、正確に伝わると思われる。

上述とは別の例えば潜水者6対潜水者7などの間におけるデータ伝送も、上述と同様の動作により行なわれる。呼制御等の無線回線制御は、コントローラ3b～7bの働きにより行なわれる。送信手段としては通常、潜水者同志が行っている手

- 8 -

ず確認することも可能となる。

また局3～5の機器3a～5aのメモリ装置により、各局間における通信内容を記憶させることもできる。この場合、コード化されているデータ信号であれば記憶容量は少なくすむ。

この発明の一実施例によるシステムにおいてはデータ伝送は電波及び超音波の無線伝送路を介して行なわれるが、空中の電波のノイズ及び水中の作業音や波が海岸線に打ち寄せるノイズなどによりサービスエリア1、2の無線回線はかなりの誤り率を持った通信路である。無線回線の誤り特性は、バースト（連続）誤りとランダム誤りとが混在する性質を有していると考えられる。このためこの発明による一実施例においては、ランダム誤りに対して誤り自己訂正符号方式を採用し、バースト誤りに対してビットインターリーブ方式を採用し、データ誤り率を改善している。

中継器8の使用により、本システム運用時は常に無線伝送区間は2スパンとなり、データの伝送誤りが単位区間に対し平均的に2倍となる。この

- 10 -

ためこの発明においては、中継器8にデータ誤り自己訂正機能を持たせている。さらに超音波トランスデューサをマルチパスノイズの生じにくい深さに設置することにより、マルチパスノイズの伝搬障害を最小限に押えている。したがって中継器8の使用にかかわらず、同相互間の直接通信(1スパンの無線区間)と同等の回線信頼度を得ることができる。

また、上述した様にコード化されたデータ信号により通信を行うことにより送信時において、音声に比べボタンを押すという操作だけでメッセージが送れ、呼吸等によるノイズの介入することもない。さらに、中継時及び受信時に誤り訂正を行うことにより情報が正確に伝達できる。また、コード化の効率を高めることにより、かなりの情報を伝えることも可能となる。当然のことながら、潜水者の送信手段として音声を付加させることは簡単である。ほとんど実用レベルでは使えないが、極めて簡単な合図程度なら利用できるかも知れない。

#### - 11 -

部13に送出され、所定の同期用ヘッダおよびインデックスが付加されてデータ変復調部14に与えられる。インデックスは、送信局アドレス、受信局アドレス、および通信制御に必要な他の情報等を含む。

データ変復調部14に与えられた2進値の信号は、好ましくはMSK変調方式を用いて1次変調される。MSK変調方式とは、FSK(連続位相)変調方式のうち変調指数が0.5の場合をいう。FSK変復調器はIC化が進んでおり、低価格で変復調を実現できるという利点がある。

MSK変調された信号は、設備3b~5bにおいては無線機部15の変調器入力点Txに与えられる。無線機部15においては、FM変調方式を用いて2次変調が行なわれる。2次変調としてFMを使用するのは、主にS/Nの改善のため及び同相互間の距離が不定のため他の変調方式ではダイナミックレンジの広いAGC部を設ける必要があるためである。FM変調された信号は、アンテナ16を介してにサービスエリア1(空中)に放

第2図は、第1図に示されたコントローラ3b~7bの一例を示す概略ブロック図である。第1図に示されたコントローラの動作に必要な電源は、図示しない電源部から供給される。

機器3a~7aは、図示しない接続ケーブルを通じてインターフェイス部9と接続される。インターフェイス部9の電気的條件は、好ましくはJISに示されるRS-232Cに基づいて設計される。

インターフェイス部9を通じて与えられたデータは、通信制御部13の制御に基づいて誤り自己訂正部10に入力される。誤り自己訂正部10においては、入力されたデータに所定の検査ビットが付加される。検査ビットが付加されたデータは、メモリ書込み・流出し制御部12によりアドレス指定されてメモリ部11に書込まれ、インターリーブされる。メモリ部11は、データのバッファ機能も兼備している。

メモリ部11内のデータはメモリ書込み・流出し制御部12によりアドレス指定されて通信制御

#### - 12 -

射される。

尚、潜水者6b、7bにおいては無線機部15に対応するものとして超音波変復調部があり、アンテナ16に対応するものとして超音波トランスデューサ(図において点線で表示)があり、前記FM変調された信号は超音波トランスデューサを介してサービスエリア2に(水中)に放射される。

通信制御部13は、無線機部(超音波変復調部)15にプレス信号(通常はDC信号)を与えて、送信コントロールを行なう。このDC信号のオンオフにより無線機部(超音波変復調部)15内の送信回路の電源がオンオフされる。アンテナ(超音波トランスデューサ)16から受信された受信信号は、無線機部(超音波変復調部)15においてFM復調されて、受信復調信号出力点Rxからデータ変復調部14に与えられる。キャリア検出部17は、無線機部(超音波変復調部)15に信号が受信されると、直流信号を発生する。

通信制御部13は、この直流信号に基づいて、呼制御を行なう。たとえばメッセージを送信した

局は、自らの送信キャリアが立ち上がる以前にキャリアを検出した場合、また当然自局キャリアが立ち上がってしかるべき時間にキャリアが検知されない場合は、再度送信シーケンスをやり直す。さらに通信制御部13は受信限界時刻を越えても応答フレームが現れない場合には、メッセージの再送を行なう。

データ変復調部14において復調された受信信号は、通信制御部13に与えられてビット同期およびフレーム同期がとられる。データはメモリ書込み・読出し制御部12によりアドレス指定されて、メモリ部11に書込まれる。このときインターリーブされたデータに生じたバースト誤りが、ランダム誤りに変換される。メモリ部11内のデータは、通信制御部13によりタイミング制御されかつメモリ書込み・読出し制御部12によりアドレス指定されて、誤り自己訂正部10に読出される。

誤り自己訂正部10においては、入力データにおいて生じた誤りが、所定の演算により自己訂正

- 15 -

力信号は、送受信制御部22のタイミング制御の下で、同期検出・データ書込み部23を介してメモリ部24に書込まれる。この書込みは、同期検出・データ書込み部23においてビット同期およびフレーム同期がとられた上、データ書込み制御部25によりアドレス指定されて行なわれる。メモリ部24への書込みによって、インターリーブされたデータに生じたバースト誤りが、ランダム誤りに変換される。メモリ部24はまた、データのバッファとしても働く。

メモリ部24内のデータは、データ読出し制御部26によりアドレス指定されて読出される。データ読出し制御部26は、データ書込み制御部25から書込みアドレスを与えられており、それに基づいて読出しのアドレス指定を行なう。動作のタイミングは、送受信制御部22により制御される。データ読出し制御部26が動作を開始するとき、プレス信号部27を介してプレス信号が無線機接続部19に与えられる。このプレス信号は場合に応じて無線機部20a、あるいは超音波無線

される。誤り訂正されたデータは、インターフェイス部9を通じて、コンピュータまたは周辺機器に与えられる。

また、潜水者においては、着呼装置18(図中、点線で表示)が設けられており、インターフェイス部9を通じた信号により、受信時に確認信号を物理的に潜水者に知らせる機能を有している。

第3図は、第1図に示された中継器8の一例を示す概略ブロック図である。無線機接続部19は、インピーダンス整合およびレベル整合機能を有する。中継器8の動作に必要な電源は、図示しない電源部から供給される。無線機部20a(局3~5)、あるいは超音波無線機部20b(局6,7)からの受信信号は、無線機接続部19を介してデータ復調部21に与えられる。また信号受信を表示するキャリア検出信号が無線機接続部19において分離されて、送受信制御部22に与えられる。それに応じて送受信制御部22は、データ処理に必要なタイミングの制御を行なう。

データ復調部21においてMSK復調された入

- 16 -

機部20bの送信部を能動化する。

メモリ部24から読出されたデータは、データ読出し制御部26からのタイミング情報により能動化されたデータ読出し・誤り訂正・同期信号発生部28に与えられる。そこにおいては、データの誤りが所定の演算により自己訂正されるとともに、同期信号が新たに発生されて付加される。

このようにしてデータ処理された入力データは、データ変調部29において再びMSK変調されて、無線機接続部19および無線機部20a、あるいは超音波無線機部20bに与えられる。無線機部20a、あるいは超音波無線機部20bのいずれかの送信部はプレス信号により能動化されており、信号は再びFM変調されてアンテナ30aから空間に、あるいは超音波トランスデューサ20bから水中に放射される。

第4図は、中継器8にCPUを使用した場合の一例を示す概略ブロック図を示す。図において無線機部31aは第3図の無線機部20aに対応し、無線機部31bは第3図の超音波無線機部20b

- 17 -

-191-

- 18 -

に対応し、無線機接続部32は第3図の無線機接続部19に対応する。モデム33は、第3図のデータ復調部21およびデータ変調部29に対応する。モデム33にはMSKモデムが使用され、復調時に遅延検波を行うとともに、PLL回路により受信データの同期信号を再生している。

無線機部31aに信号が受信されるとキャリア検出信号が出力され、無線機接続部32で分離されてI/Oポート34を介して割込み制御回路35に与えられる。モデム33で再生された同期信号クロックは、I/Oポート34を介して割込み制御回路35に与えられる。割込み制御回路35は、これらのキャリア検出信号および同期信号クロックを受けて、CPU36の動作のタイミング指令を与える。キャリア検出信号に基づいて割込み発生が行なわれ、同期信号クロックに基づいてデータの実際のタイミングが与えられる。

モデム33においてMSK復調された受信データは、端子RxからI/Oポート34を介してCPU36に取込まれる。CPU36は、ROM3

7およびRAM38を用いて、与えられた受信データに対して、第3図で示した中継器に関して上述した様に誤り訂正等のデータ処理を行なう。処理されたデータはI/Oポート34を介して再びモデム33に与えられ、そこで再びMSK変調されてTx端子から無線機接続部32を介して無線機部31aあるいは無線機部31bに与えられる。処理されたデータが再び送出されるとき、CPU36からI/Oポート34および無線機接続部32を介して無線機部31aあるいは無線機部31bにプレス信号が与えられる。これにより、無線機部31aあるいは無線機部31b内の送信部が能動化される。送信部においてFM変調された信号は、再びアンテナ39aあるいは超音波トランスデューサ39bから空間あるいは水中に放射される。

この発明においては無線伝送経路を用いてデータ伝送を行なっているため、同期確立が困難であることが予想される。もし同期がとれなければ、データが受信されても無意味なものとなってしま

- 19 -

う。通常同期にはビット同期とフレーム同期とがあり、ビット同期がとれ続いてフレーム同期が確立して始めて受信データは有意なものとなる。同期信号は、ビット同期のためのビットシンクBSおよびフレーム同期のためのフレームシンクFSを含む。無線系利用のデータ伝送においては、雑音や混信等の外部環境による妨害が多く、有線系のごとく短い同期信号では同期確立の機会が極めて少なくなる。このため従来形式の同期信号を用いる場合には、伝送速度および運用条件にもよるが、一般的には長い同期信号を送る必要がある。さらにフレームシンクパターンについても、従来から各種考案されているように適当なものを選択する必要がある。

(発明の効果)

以上説明した様にこの発明によれば、水中の潜水者を含んだ複数局間の通信が送受信時において簡単でかつ正確に行える。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の一実施例の全体像を示す

- 20 -

構成説明図、第2図は第1図で示されたコントローラの一例を示す概略ブロック図、第3図は、第1図で示された中継器の一例を示す概略ブロック図、第4図は第3図の中継器にCPUを使用した場合の一例を示す概略ブロック図、第5図はマルチパスノイズの原理を示す図である。

3〜7…局(設備及び潜水者)、

3a〜7a…機器、

3b〜7b…コントローラ、

8…中継器

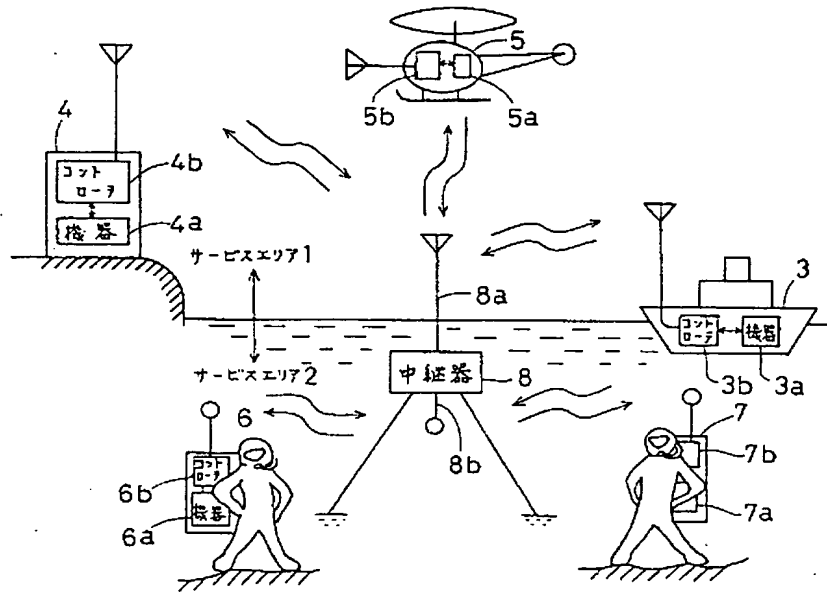
代理人 弁理士 古田茂明  
弁理士 古竹英俊  
弁理士 有田貴弘

- 21 -

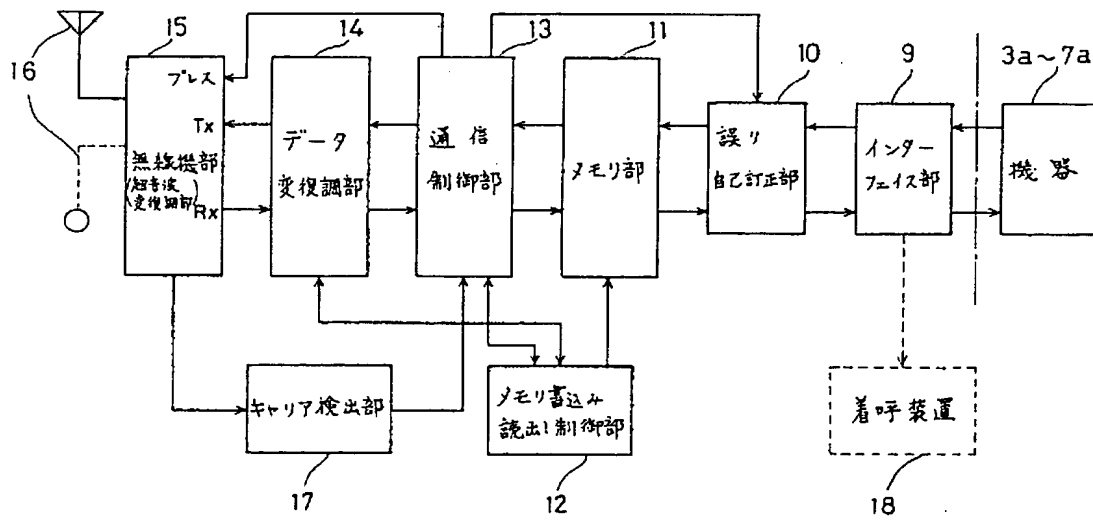
- 192 -

- 22 -

第 1 図

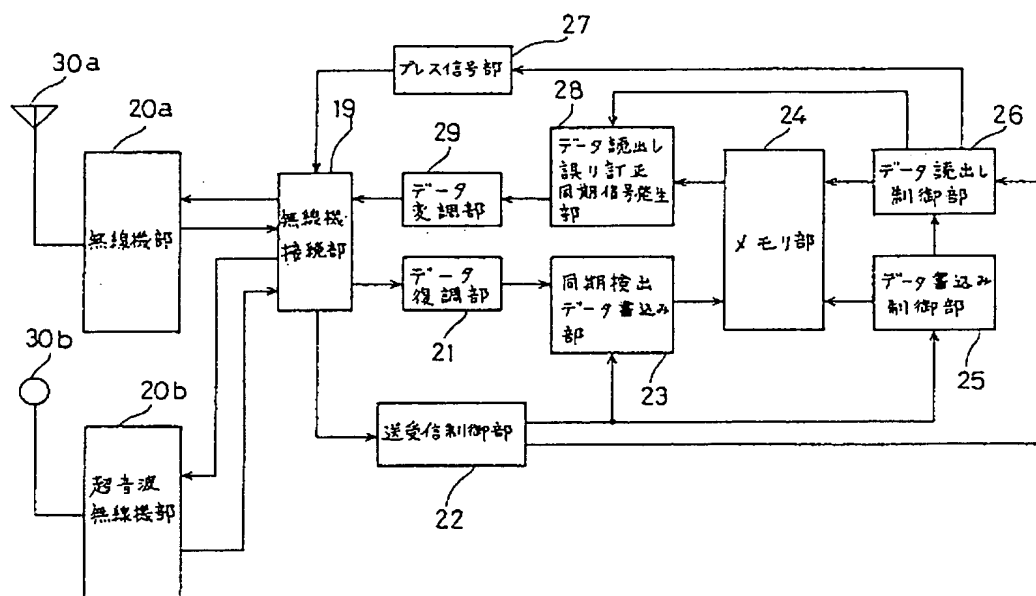


第 2 図

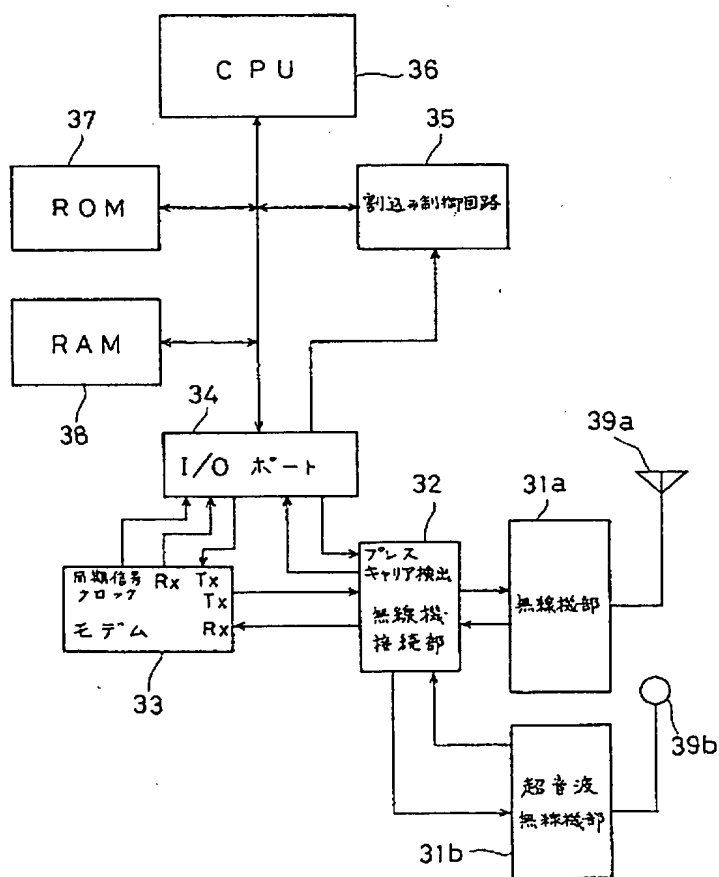




第 3 図



第 4 図



第 5 図

